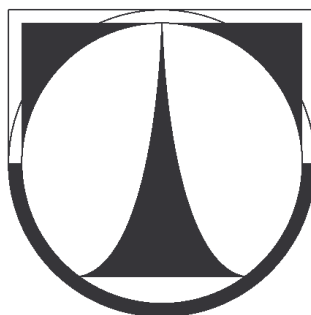


Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní



Jaroslav Propš

ZEFEKTIVNĚNÍ VÝROBNÍHO TOKU ROBOTICKÉHO PRACOVISTĚ

Bakalářská práce

2012

Technická univerzita v Liberci

Fakulta strojní

Katedra výrobních systémů

Obor: Strojírenství

Zaměření: Výrobní systémy

ZEFEKTIVNĚNÍ VÝROBNÍHO TOKU ROBOTICKÉHO PRACOVISTĚ

STREAMLINE PRODUCTION FLOW ON ROBOTIC WORKPLACE

KVS – VS – 127

Jaroslav Propš

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. František Manlig

Konzultanti: Ing. Jan Vavruška – TUL, katedra výrobních systémů

Ing. Lukáš Holý – Farnet a.s. Česká Skalice

Počet stran: 46

Počet příloh: 3

Počet obrázků: 18

Počet tabulek: 2

Počet modelů

Nebo jiných příloh: 0

V Liberci 18. 5. 2012



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení	Jaroslav P r o p š
Studijní program	B2341 Strojírenství
obor	2301R030 Výrobní systémy
zaměření	výrobní systémy

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje bakalářská práce na téma:

Zefektivnění výrobního toku robotického pracoviště

Zásady pro vypracování:

(uved'te hlavní cíle bakalářské práce a doporučené metody pro vypracování)

Cílem bakalářské práce je navrhnout nové logistické uspořádání robotického pracoviště včetně zavážení materiálu.

Doporučený postup řešení:

1. Úvod do problematiky – logistika, zlepšování procesů.
2. Popis řešeného robotizovaného pracoviště a logistického toku.
3. Analýza současného způsobu zavážení materiálu na pracoviště.
4. Návrh variant nového logistického uspořádání pracoviště.
5. Porovnání jednotlivých variant řešení se současným stavem a volba konečné varianty.
6. Shrnutí a závěrečné zhodnocení návrhu.



Forma zpracování bakalářské práce:

- průvodní zpráva : 40 - 50 stran

Seznam literatury (uved'te doporučenou odbornou literaturu):

1. Liker, J.: *Tak to dělá Toyota*. Praha: Management press, 2007, s. 390. ISBN 978-80-7261-173-7
2. Warnecke, H.-J. - Košturiak, J. - Debnár, J. - Gregor, M. - Mičieta, B. *Fraktálový podnik*. Bratislava: Slovenské centrum produktivity, 2000, s. 208. ISBN 80-968324-1-7
3. Sixta, J. - Mačát, V.: *Logistika*. Brno: CP Books a.s., 2005, s. 315. ISBN 80-251-0573-3
4. Gregor, M. - Mičieta, B. - Košturiak, J. - Bubeník, P. - Růžička, J.: *Dynamické plánovanie a riadenie výroby*. Žilina: Žilinská univerzita, 2000, s. 284. ISBN 80-7100-607-6
5. Tuzemské a zahraniční časopisy
6. www.ipaslovakia.sk

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Dr. Ing. František Manlig

Konzultant bakalářské práce:

Ing. Jan Vavruška -TUL, katedra výrobních systémů

Ing. Lukáš Holý – Farnet a.s. Česká Skalice



Ing. Petr Zelený, Ph.D.
vedoucí katedry

doc. Ing. Miroslav Malý, CSc.
děkan

V Liberci dne 1. března 2012

Platnost zadání bakalářské práce je 15 měsíců od výše uvedeného data (v uvedeném lhůtě je třeba podat přihlášku ke SZZ).
Termíny odevzdání bakalářské práce jsou určeny pro každý studijní rok a jsou uvedeny v harmonogramu výuky.

TÉMA: Zefektivnění výrobního toku robotického pracoviště

Bakalářská práce se zabývá analýzou stávajícího systému řízení výroby svařovacího robotického pracoviště. Dále se práce zabývá analýzou logistického uspořádání materiálu na pracovišti. V práci je také provedena logistická analýza toku materiálu na pracoviště a prázdných obalů z pracoviště. Obsahem práce jsou návrhy změn logistického uspořádání pracoviště, změn logistických toků a výrobních postupů.

THEME: Streamline production flow on robotic workplace

This thesis analyzes the current system of production weld on robotic workplace. The thesis analyzes the logistical arrangements of the material in the workplace. The thesis is also done analysis logistic material flow for the workplace and empty containers from the workplace. The thesis presents proposals for amendments to the logistics design of the workplace, changes in logistics flows and processes.

Desetinné třídění:

Klíčová slova: VÝROBNÍ TOK, ROBOT, LOGISTIKA, ŘÍZENÍ

Zpracovatel: TU v Liberci, Fakulta strojní, Katedra výrobních systémů

Dokončeno: 2012

Archivní označení zprávy:

Počet stran: 46

Počet příloh: 3

Počet obrázků: 18

Počet tabulek: 2

Počet modelů

Nebo jiných příloh: 0

Prohlášení

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum 18. 5. 2012

Podpis Jaroslav Propš

Rád bych poděkoval vedoucímu této bakalářské práce panu doc. Dr. Ing. Františkovi Manligovi za cenné rady a připomínky v průběhu vypracovávání práce. Rád bych také poděkoval panu Ing. Lukášovi Holému ze společnosti Farnet a.s. za rady, návrhy a konzultace při zpracovávání analýzy výrobního procesu svařovacího robotického pracoviště. V neposlední řadě bych rád poděkoval společnosti Farnet a.s. za poskytnutí zadání bakalářské práce a umožnění její vypracování.

Obsah

Seznam použitých zkratek a symbolů	10
Úvod	11
1 Teoretický základ práce	12
1.1 Obecný pohled na zásoby ve výrobě	12
1.1.1 Definice zásob	12
1.1.2 Přístup k zásobám	12
1.1.3 Pozitivní a negativní vliv zásob	13
1.2 Metody používané v řízení štihlé výroby a štihlé logistiky	13
1.2.1 DMAIC	13
1.2.2 Kaizen	14
1.2.3 5S	15
1.2.4 Vizualizace práce	16
1.2.5 Standardizace práce	17
1.2.6 SMED	17
1.2.7 Andon	18
2 Analýza současného stavu výroby	19
2.1 Představení pracoviště a výroby na pracovišti	19
2.2 Metodika a cíle monitorování výrobního procesu	20
2.3 Plánování výroby	20
2.4 Dodavatelský řetězec	21
2.5 Měření současného výrobního procesu a zpracování naměřených dat	22
2.6 Mezioperační skladování, výroba a naskladnění polotovarů	24
2.7 Mapa toku materiálu a přepravní vzdálenosti	25
2.8 Navážení materiálu a příprava další výroby na robotickém pracovišti	27
2.9 Svařování jednoho kompletního rámu stroje na robotu	28
2.10 Stehování drobných dílů	29
2.11 Kontrola svarů robota a dovážení svarů	29
2.12 Poruchy robota	29
2.13 Manipulace s materiálem na pracovišti svařovacího robota	30
2.14 Odvoz prázdných obalů	31
2.15 Vyhodnocení přínosů a nedostatků současného výrobního procesu	31

3	Návrh úprav výrobního toku a logistického uspořádání pracoviště	32
3.1	Úprava umístění současných přepravních jednotek na pracovišti	32
3.2	Úprava složení přepravních jednotek a jejich rozmístění na pracovišti	33
3.3	Úprava přepravních jednotek	34
3.4	Úprava navážení nové výrobní dávky	36
3.5	Úprava vizuální a zavedení akustické signalizace poruchy	37
3.6	Úprava svařovacího programu robota a postupu svařování	37
3.7	Přesun předsvářených dílů do předvýroby	37
3.8	Přemístění skladu polotovarů	38
3.9	Zrušení zvýšené plošiny okolo polohovadel	38
3.10	Změna dopravy materiálu mezi kooperacemi	39
3.11	Vyhodnocení přínosů a nedostatků navrhovaných úprav výrobního procesu	39
	Závěr	41
	Seznam použité literatury	42
	Seznam příloh	43

Seznam použitých zkratek a symbolů

ČHMS	Časový Harmonogram Montážního Stavů, označení plánu výroby na tři měsíce dopředu
DMAIC	Define Measure Analyse Improve Kontrol, metodika pro řízení projektů
DPMO	Defekt Per Milion Opportunities, počet chyb na milion možností
TOC	Theory Of Constraints, teorie omezení výroby
TPS	Toyota Production Systém, označení výrobního systému Toyoty
SMED	Single Minute Exchange of Dies, metodika zkracování časů přetypování
5S	Seri Seiton Seiso Seiketsu Shitsuke, metodika pro eliminaci plýtvání
6σ	Six sigma, metoda používaná v řízení štihlé výroby a štihlé logistiky

Úvod

Zadání bakalářské práce bylo poskytnuto firmou Farmet a.s. Česká Skalice. Firma se zabývá strojírenskou výrobou v oblasti zemědělské techniky a lisování olejnin. Společnost byla založena v roce 1992. V současné době zaměstnává na 200 pracovníků. Své výrobky pomocí obchodních zástupců exportuje do Evropy a Asie.

V dnešní době, velké konkurence, je zapotřebí vyrábět výrobky v co nejkratším čase a v co nejvyšší kvalitě. Tyto dva pojmy si navzájem protiřečí, neboť vyrábět ve vysoké rychlosti nelze s vysokou kvalitou a naopak vyrábět vysokou kvalitu nelze ve vysoké rychlosti. Tento celosvětový problém je řešen pomocí metod podporující štíhlou výrobu a logistiku. Tyto metody umožňují vyrábět výrobky ve vysoké kvalitě v co nejkratším čase. Firma Farmet a.s. si je touto problematikou dobře vědoma, v rámci konkurenceschopnosti i ona do výroby zavedla metody a postupy v myšlenkách štíhlé výroby a logistiky.

Bakalářská práce je zaměřena na zefektivnění výrobního toku robotnického pracoviště. Robotické pracoviště je svařovací robot se dvěma nezávislými polohovadly. Cílem bakalářské práce je detailně analyzovat proces výroby robotického pracoviště a na jeho základě navrhnout změny v logistickém uspořádání výrobního toku na pracovišti. Dalšími cíli práce jsou snížení výrobních nákladů a časů výroby.

1 Teoretický základ práce

1.1 Obecný pohled na zásoby ve výrobě

Zásoby ve výrobě mají přímý vliv na hospodaření výrobního podniku a jeho pozici na trhu. Je třeba najít křehkou rovnováhu mezi potřebnou velikostí zásob z důvodu pružného reagování na požadavky spotřebitelů a množstvím vázaného kapitálu v zásobách. Zásoby potřebujeme chápat jako bezprostřední prvek, který je součástí jakékoli výroby. Je ovšem nutné rozlišovat několik druhů zásob. Jedním druhem zásob jsou zásoby surovin, nářadí, paliva a dalších věcí, které jsou do podniku dopravovány, aby byly zajištěny základní procesy. Dalším typem jsou zásoby rozpracované výroby. Tyto zásoby pocházejí z vlastní výroby nebo dopravené od kooperující firmy, sloužící pro kompletace hotových výrobků. Tento typ zásob často slouží jako bezpečnostní mechanismus proti výpadku celé výroby při poruše jednoho článku. Do zásob rozpracované výroby se řadí i díly, které jsou v jedné výrobní dávce a čekají na dokončení výrobní operace ostatních dílů. Za poslední typ zásob lze považovat hotové výrobky. Tyto výrobky čekají až si je převezme zákazník, který si je objednal.

1.1.1 Definice zásob

Definice zásob existuje velké množství. Pro potřebu bakalářské práce uvádím jen některé.

Zásobou rozumíme materiál určený pro budoucí potřebu. Z pohledu logistiky se jedná o pasiva a v extrémní poloze je jejich přítomnost interpretována jako neschopnost optimálně řídit celý logistický řetězec. [1]

Zásobování patří k jedné z nejdůležitějších podnikových aktivit, která zajišťuje hmotné i nehmotné výrobní činitele potřebné k činnosti podniku. [2]

1.1.2 Přístup k zásobám

K zásobám přistupujeme z několika pohledů a směrů. Výrobní pracovníci požadují dostatek správných dílů, i když zrovna nejsou potřeba. Toto vede k velkému množství skladových zásob. Vedení a ekonomický úsek chtějí mít naopak co nejméně oběžných prostředků vázaných v zásobách. Ideálním stavem je pro vedení a ekonomický úsek nemít žádné skladové zásoby. Tohoto stavu nelze dosáhnout, ale lze se mu přiblížit. Přiblížením

k tomuto stavu je vyrábět právě potřebné díly. Ovšem je nutné si držet minimální pojistnou zásobu. Ta se v každém podniku a dílu liší. Pojistná zásoba je nutná, aby nedocházelo k odstávkám celého výrobního závodu v době poruchy jeho části.

1.1.3 Pozitivní a negativní vliv zásob

Pozitivním vlivem zásob je, že nedochází k výpadkům výroby v důsledku chybějících skladových zásob. Dalším pozitivem je velká rozmanitost dílů ve skladových zásobách. Z tohoto důvodu není problém uspokojit jakýkoli požadavek zákazníka v krátkém čase.

Negativním vlivem zásob je potřeba velkých skladovacích prostor. Skladovací prostory zabírají místo pro výrobní technologie a jsou z pohledu finančních prostředků ztrátové. Dále je nutno v těchto rozlehlých skladovacích prostorách zaměstnávat řadu manipulačních dělníků a manipulačních strojů. Nevýhodou se stává i relativní nepřehlednost jednotlivých skladovacích pozic. Toto vede k hledání dané skladovací pozice nebo materiálu při špatně nadefinovaném místě uložení v informačním systému. Velká rozmanitost a velké množství dílů držených v zásobách vede k velkému finančnímu kapitálu, který je neproduktivně vázán. Další nevýhodou je velká manipulace se zásobami, které se musí převážet na výrobní pracoviště a opět uskladňovat nespotřebované díly.

Zhodnocením pozitiv a negativ zásob zjistíme, že negativa převyšují. Záleží také na tom, v jaké oblasti průmyslu se pohybujeme. Ve skladech náhradních dílů je zapotřebí držet v zásobách velkou rozmanitost. Výrobní závody preferují co nejméně skladových zásob z důvodu pružnosti výroby.

1.2 Metody používané v řízení štíhlé výroby a štíhlé logistiky

1.2.1 DMAIC

DMAIC (Define Measure Analyse Improve Control) je metodika řízení projektu. Metodika se dělí do několika fází. První fází je definování. Definují se cíle projektu, zákazníci, dodavatelé a organizace práce na projektu. Neméně důležité je definování milníků a kontrolních bodů projektu. Vymezují se činnosti a metody pro dosažení stanovených cílů. Po fázi definování následuje fáze měření. Fáze začíná stanovením techniky získání dat. Určí se ukazatele, které se budou sledovat v monitorování následného zlepšení. Při sběru dat se provádí selekce a filtrování, popřípadě základní analýzy.

Následuje samotná analýza získaných dat. Úkolem analýzy je nalezení vhodných míst pro zlepšení. Důležité je odpovědět si na otázku jestli výsledky analýzy změnily formulaci cílů projektu. Následuje fáze zlepšování a inovací. V této fázi se navrhuje myšlenky a postupy zlepšování. Provádí se vyhodnocení navržených myšlenek a postupů. Na základě vyhodnocení myšlenek a postupů se vybere nejlepší a ten se implementuje do současného stavu. Poslední fází je kontrola. V této fázi se provádí měření a hodnocení zlepšeného stavu. Tvoří se standardizace procesu. Po této fázi se opět dostáváme na začátek celého běhu k fázi definování. Definují se nové cíle na základě zlepšeného stavu.

DMAIC je součástí strategie řízení podniku nazývaná 6 σ . Strategie vede k identifikaci a odstranění příčin vzniku poruch ve výrobním procesu. Cílem strategie je dosažení stability procesu na úrovni 6 σ tedy 3,4 DPMO (Defekt Per Million Opportunities). 3,4 DPMO vyjadřuje 3,4 chyby na jeden milion příležitosti. Přepočtem na procentuální efektivitu procesu dostaneme 99,9997 %. 6 σ se počítá jako směrodatná odchylka od střední standardní hodnoty procesu.

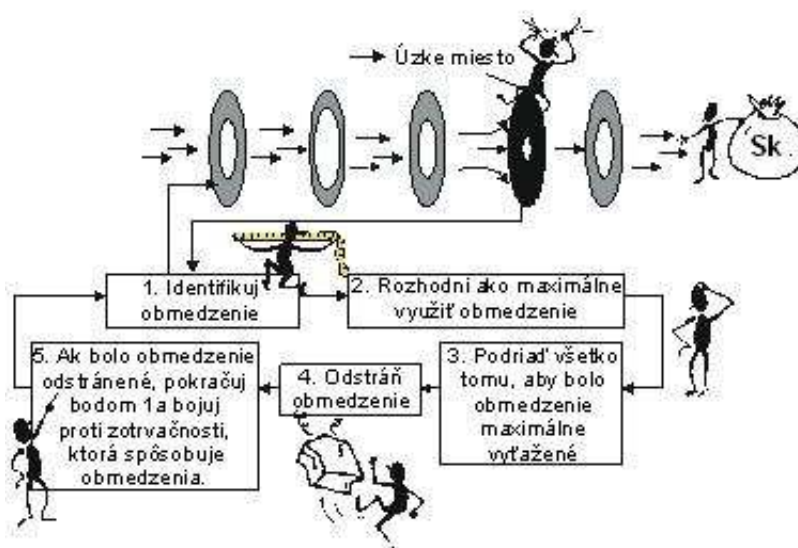
1.2.2 Kaizen

Kaizen je japonské slovo, které v překladu do českého jazyka znamená „proces trvalého zlepšování“. V internetovém magazínu www.ipaslovakia.sk [3] uvádí tuto definici Kaizenu: „Zlepšování procesů je proces, který mění klíčové firemní procesy za účelem zvýšení jejich výkonnosti. Nositelem těchto změn jsou všichni pracovníci ve firmě.“ Rozborem této definice zjistíme, že procesem zlepšování výrobních procesů ve firmě se zabývají přímo pracovníci, kteří pracují v daném výrobním procesu. Tento přístup umožňuje přímé určení jádra problému v daném výrobním procesu neboť náměty na zlepšování pochází přímo od pracovníků z výrobního procesu. Toto ovšem vyžaduje motivaci pracovníků, aby se Kaizenem vůbec zabývali. Často se ve firmách setkáváme s problémem implementace navrhovaných změn do výroby. Změna výrobního procesu navrhnutá pracovníkem je vedoucím často zamítnuta. Protikladem je zavedení změn bez proškolení výrobních pracovníků na změny. Z tohoto vyplývá nechutenství výrobních pracovníků se Kaizenem vůbec zabývat.

Kaizen můžeme rozdělit do dvou skupin – individuální a globální zlepšování. Individuální zlepšování se týká převážně jen jednoho pracoviště nebo jen mála pracovišť. Výsledkem je zlepšení jen drobného charakteru. Většinou se jedná o úsporu materiálu, šetření přípravek, náradí nebo zlepšení pracovního prostředí. Globální charakter zlepšování

se týká celých výrobních linek. Globální zlepšování se skládá z řady dílčích individuálních zlepšení, které jsou mezi sebou provázány. V procesu globálního zlepšování je nutná komunikace napříč výrobními týmy, aby zlepšení jednoho pracoviště nevedlo k zhoršení na druhém pracovišti.

Při zlepšování celých výrobních linek je zapotřebí odhalit tzv. úzké místo výroby. Úzkými místy výroby se zabývá TOC (Theory of Constraints) teorie úzkého místa. TOC vychází z předpokladu, že každý systém má alespoň jedno omezení. Omezení zabraňuje systému dosáhnout větší výkonnosti. Omezení ve výrobním podniku můžeme hledat ve výrobních zdrojích, marketingu, organizování práce nebo v lidech. Každá z těchto oblastí představuje specifické omezení, které je ve výrobě možné pozorovat. TOC se dívá na výrobní podnik jako na celek. V podniku vidí silné a slabé články výrobního řetězce. Snaží se nalézt nejslabší článek výrobního procesu a tento článek využít na jeho maximální kapacitu. Dále se snaží tento článek odstranit. Po odstranění je opět hledán nejslabší článek výrobního řetězce. Tento cyklus je znázorněn na obrázku obr. 3. Myšlenkou TOC je, že každá investice do výrobního systému má směřovat k odstranění úzkého článku ve výrobě, který omezuje průtok výroby.



Obr. 3. Výrobní řetězec s cyklem TOC [5]

1.2.3 5S

5S je metoda pro eliminaci plýtvání na pracovišti. Plýtvání je vše co zvyšuje náklady na výrobu, ale nevytváří přidanou hodnotu. O tom, která z výrobních činností přidává nebo nepřidává hodnotu výrobkům, rozhoduje zákazník. Zákazník je ochoten

zaplatit za materiál a jeho zpracování. Není ochoten zaplatit za skladování materiálu, polotovarů či hotových výrobků. Není ochoten platit za manipulaci s materiálem nebo polotovary. Žádná firma nechce produkovat jakoukoli činnost, za kterou není zákazník ochoten platit. Z těchto důvodů je činnost každého podniku zaměřena tak, aby nedocházelo k plýtvání. Tohoto stavu se těžko dosahuje, ale soustavnou činností odstraňováním plýtvání se k němu můžeme přiblížit.

Plýtvání se dělí na několik skupin dle charakteru. Dělíme na čekání, chyby, zásoby, nadprodukce, doprava a pohyb. Při budování štíhlého podniku se jako první metoda obvykle implementuje 5S. Metoda 5S vizualizuje a redukuje plýtvání. 5S označuje první písmena Seri (třídění a úklid), Seiton (rozmístění a pořádek), Seiso (postupy a čištění), Seiketsu (pravidelnost a standardizace) a Shitsuke (kontrola a disciplína). Metoda odstraňuje hledání nástrojů a materiálu, zpráhledňuje stav zásob, snižuje počet chyb ve výrobě a zvyšuje pružnost výrobního systému.

1.2.4 Vizualizace práce

Metoda, která na první pohled umožňuje zjistit, jak si dané pracoviště stojí ve výrobě. Metoda založená na vizuálních tabulích, které jsou umístěny na viditelných místech, aby si je mohl každý zaměstnanec přečíst. Na tabule se umísťují dosažené výsledky, pochvaly pracovníkům, kteří se o dosažené výsledky postarali, a plány do budoucna. Dále se na tabule umísťují resty z minulých období, které je nutné řešit v krátkém časovém horizontu. Příklad takové tabule je na obr. 1.

Vizualizace práce nejen do výroby zavádí informační tabule, ale zavádí také vizuální řízení pracoviště. Toto řízení spočívá v zavedení vizuálních značek, které ohraničují standardní proces. Příkladem může být skladovací pozice v regálu. Skladovací pozice je vizuálně rozdělena na dvě hladiny zásob. Pokud je stav výrobků pod dolní hladinou, je nutné výrobky dodat na sklad. Pokud je stav nad horní hladinou, jedná se o plýtvání, protože jsou vyrobeny zbytečné díly do zásoby. Dalším příkladem může být přepravní obal na spojovací materiál obr. 2. Na vnitřní stěně obalu je barevný pásek. Pásek značí minimální hladinu skladových zásob. Pokud je pásek viditelný je nutno dodat spojovací materiál do obalu.



Obr. 1. Příklad tabule vizualizace práce [4]



Obr. 2. Vizuální management zásob

1.2.5 Standardizace práce

Metoda slouží k vytvoření standardních pracovních postupů. Standardní pracovní postup umožňuje co nejvíce eliminovat plýtvání. Eliminuje zejména plýtvání, které je způsobeno nesprávným postupem výroby, přepravou materiálu a zbytečnými výrobními činnostmi. Umožňuje využití plného lidského potenciálu ve výrobě, odstraňuje hledání a nadprodukcí. Standardizovaná práce je základním stavebním prvkem štihlé výroby, neboť nestandardní výrobní operace zvyšuje potřebný výrobní čas. Standardizací práce lze tedy dosáhnout co nejvyšší možnosti zastupitelnosti výrobních pracovníků, protože je přesně stanoven výrobní postup. V řadě podniků, kde nejsou standardizovány pracovní úkony, tyto úkony a procesy upravují obsluhující pracovníci. Toto má za následek rozdílnou výrobní dobu jednoho kusu a rozdílnou kvalitu výroby. Metoda standardizace práce tedy přesně stanovuje kdy, za jak dlouho a v jaké kvalitě se má díl vyrobit.

1.2.6 SMED

Single Minute Exchange of Dies je metoda zkracování časů na přetypování výroby. Tato metoda patří do skupiny metod, které se používají pro řízení štihlé výroby a štihlé logistiky. Jedná se o systematické zkracování a minimalizaci časů na přetypování výroby. Přetypování výroby je změna vyráběného dílu na daném zařízení, výrobní lince. Změnou je například výměna lisovací formy na lisu, přestavění obráběcího stroje, výměna přípravku na pracovišti nebo navážení nové výrobní dávky na pracoviště.

Postup uplatňování metody vychází z důkladné analýzy procesu přetypování výroby. Tato analýza se provádí většinou pozorováním procesu přímo na pracovišti. Radikálním úsporám času se dosahuje postupným eliminováním plýtvání, změnou organizace práce, standardizací pracovních postupů a popřípadě úpravou stroje nebo

pracoviště. Metoda je vhodná na pracoviště, které jsou úzkými místy výroby. Na těchto pracovištích časy přetypování představují významné kapacitní ztráty výroby. Důležitost této metody je v oblasti uplatňování malých výrobních dávek, které zajišťují krátké průběžné doby výroby.

Dlouhé časy na přetypování způsobují ve výrobě problémy. Zvyšuje se čas čekání na zpracování celé výrobní dávky. Dlouhé časy na přetypování znamenají vysoké náklady. Ve snaze minimalizovat tyto náklady jsou voleny velké výrobní dávky. Tyto velké výrobní dávky vedou k velkým zásobám a velké rozpracovanosti výroby. Takto rozpracovaná výroba není schopna pružně reagovat na požadavky zákazníků. Dále vzrůstají náklady na skladování a transport rozpracované výroby.

Čas na přetypování definujeme jako čas potřebný od výroby posledního kusu předchozího výrobku po výrobu prvního dobrého kusu nového výrobku. V této době je stroj v neproduktivním čekání a jsou zde spotřebovávány jeho kapacity. Tomuto stavu se říká plýtvání. Metoda SMED se zabývá minimalizací tohoto plýtvání tím, že přesouvá operace z pracoviště stroje na pracoviště přípravy výroby. Tímto způsobem minimalizujeme odstávky stroje na přetypování výroby.

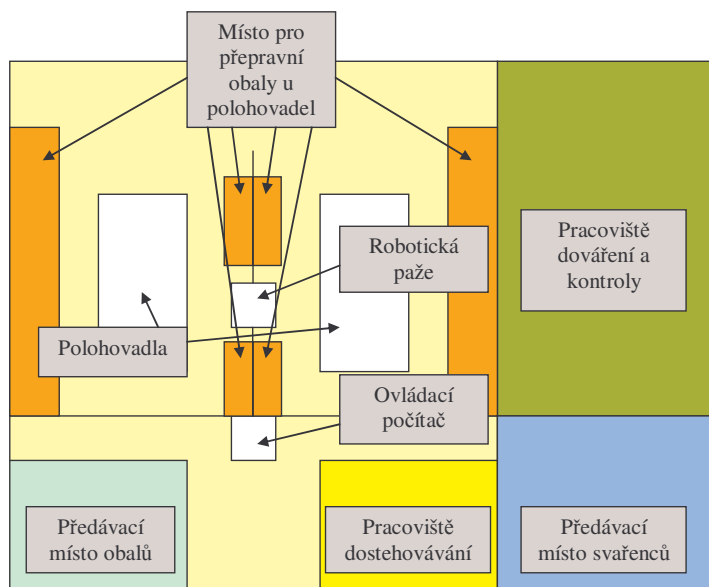
1.2.7 Andon

Jedná se o informační nástroj, který zavádí do výroby vizuální a akustické informace. Tyto informace vedou k zpřehlednění výrobního stavu jednotlivých strojů a zařízení. Umožňuje rychlou orientaci pracovníků ve výrobě o aktuálním stavu výrobních pracovišť. Systém může mít různé formy. Mezi nejpoužívanější patří semaforey, zvukové signály nebo kontrolní tabule. Tyto systémy mají varovat obsluhující pracovníky při výskytu abnormálních situací. Umožňují rychlé předání informace od stroje k obsluhujícímu pracovníkovi. Zavedením tohoto informačního nástroje se neodstraní všechny možné poruchy a problémy ve výrobě, ale umožní pružné reagování na vzniklé situace.

2 Analýza současného stavu výroby

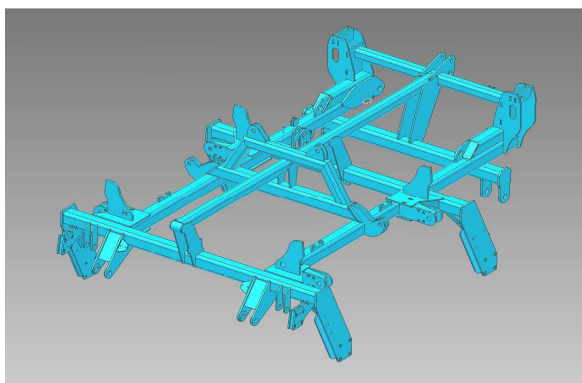
2.1 Představení pracoviště a výroby na pracovišti

Bakalářská práce je zaměřena na zefektivnění výrobního toku robotického pracoviště. Robotické pracoviště je svařovací robot se dvěma nezávislými polohovadly. Robotické pracoviště se skládá z robotické paže se sedmi stupni volnosti zakončené svařovací hlavou. Jeden stupeň volnosti je jedna možnost pohybu v lineární nebo rotačním směru. Dále je pracoviště vybaveno dvěma samostatnými polohovadly, na kterých jsou upnuty svařovací přípravky. Nachází se zde vyčleněné prostory pro dostehovávání dílů, předávání plných a odběr prázdných obalů a prostor pro předání svařenců. Schématické znázornění pracoviště je na obrázku obr. 4.

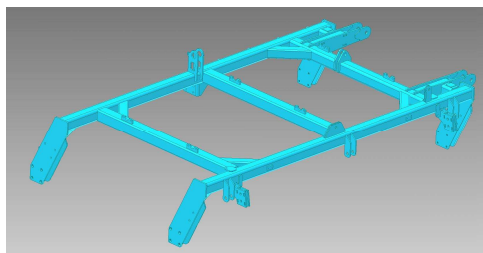


Obr. 4. Schématické znázornění pracoviště

Na robotickém pracovišti se vyrábějí rámy zemědělských strojů nesoucí označení Kompaktomat. Stroj je pasivní potahové zařízení sloužící pro předseťovou přípravu půdy. Firma vyrábí tyto stroje v šířkách záběru od 3 metrů po záběr 15,7 metru. Na tomto robotickém pracovišti se vyrábějí rámy strojů od záběru 6 metrů po záběr 8 metrů. Stroje těchto rozměrů mají shodné středové rámy obr. 5., liší se pouze v bočních rozkládacích rámech obr. 6. Výroba je malosériová po pěti kusech jednoho záběru stroje.



Obr. 5. Středový rám



Obr. 6. Boční rám

2.2 Metodika a cíle monitorování výrobního procesu

Pro potřeby vypracování bakalářské práce bylo zvoleno fyzické pozorování výrobního toku robotického pracoviště v rozsahu několika pracovních směn. Dále pro doplnění detailních informací rozhovory s vedoucími pracovníky a pracovníky ve výrobě.

Cílem monitorování je detailní analýza výrobního toku robotického pracoviště. Dalšími cíli jsou odhalení nedostatků v řízení výrobního toku, manipulace s materiálem a výrobního postupu.

2.3 Plánování výroby

Výroba je plánována na jeden rok dopředu. Tento roční plán výroby vychází z plánu tržeb na daný rok. Z takto rozplánované výroby jsou známy počty a typy strojů, které je potřeba vyrobit v daném časovém úseku. Předběžně určí potřebné výrobní kapacity a potřebný materiál pro výrobu.

Z podkladů ročního plánu výroby se stanovují tzv.: ČHMS (Časový Harmonogram Montážního Stavů). Tento časový harmonogram zhruba plánuje výrobu po jednotlivých týdnech na tři měsíce plus jeden měsíc dopředu. ČHMS se plánuje počátkem každého měsíce tak, že vždy přibude plán na čtvrtý měsíc dopředu a dále se popřípadě upraví již zaplánovaná výroba.

Na základě ČHMS je přesně výroba plánována každý týden na šest týdnů dopředu. První týden se sejdou pracovníci z obchodního oddělení s pracovníky z oddělení řízení výroby a zaplánují výrobu na šestý týden dopředu, popřípadě upřesní předchozí plán výroby. V tomto plánu je přesně stanoveno, kdy je třeba do výroby pustit danou výrobní zakázku, aby byla ve stanoveném termínu dokončena.

Jednotlivé stroje se pouští do výroby obvykle ve výrobní dávce po pěti kusech s termínem dokončení posledního stroje z výrobní dávky na konec šestého týdne od zaplánování. Takto přesně rozplánovaná výroba na šest týdnů dopředu se zadává do informačního systému ALTEC. V tomto detailním plánu se počítá první týden od zaplánování na nákup potřebného hutního materiálu u dodavatele a zajištění potřebných kapacit výroby. Jestliže kapacita výroby polotovarů pro sváření nestačí je celá výrobní dávka polotovarů odeslána na kooperační výrobu. V druhém týdnu se počítá s výrobou polotovarů např.: nařezání jácklů na potřebný rozměr, vypálení výpalků z plechu jejich následné rovnání a tvarování. V případě odeslání výrobní dávky do kooperace se v druhém týdnu počítá s dodáním kooperovaných dílů. Na třetí týden je naplánováno zahájení sváření prvního rámu stroje z polotovarů vyráběných nebo dodaných předchozí týden. Následující dva týdny jsou určeny pro dokončení výroby celé výrobní dávky až po expedici strojů.

2.4 Dodavatelský řetězec

Dodavatelský řetězec výroby se skládá z několika pracovišť. Prvním článkem dodavatelského řetězce je obchodní oddělení, které dává požadavky na výrobu jednotlivých strojů. Požadavek zpracují v oddělení plánování výroby. Oddělení plánování výroby zadá do informačního systému ALTEC konkrétní plán výrobních činností jednotlivých pracovišť. Dalším článkem je oddělení nákupu hutních materiálů. Nákup potřebných hutních materiálů se řídí pomocí údajů zadaných v informačním systému. Jsou vytvářeny fronty práce pro jednotlivá pracoviště výroby. Tyto fronty vytvářejí vedoucí jednotlivých pracovišť na základě plánu výroby zadaného do informačního systému. Při vytváření fronty práce se přihlíží na strukturu vyráběných dílů a zpracovávaného materiálu. Tím jsou omezovány zbytky materiálu, které je nutné skladovat. Dodavatelský řetězec pokračuje do oddělení nákupu nakupovaných součástí od dodavatelů. V oddělení nákupu jsou požadavky vygenerované z informačního systému na nákup jednotlivých součástí zpracovávány během výroby polotovarů na danou výrobní dávku. Tak se omezuje doba skladování nakupovaných dílů na minimum. Následuje vlastní montáž a kompletace vyráběného stroje. Po montáži je do informačního systému zaneseno, že daný typ stroje je již vyroben a stroj je převezen do prostoru expedice. Posledním článkem je expediční oddělení. Zde jsou zpracovány požadavky na expedici jednotlivých strojů. Tyto požadavky

generuje obchodní oddělení na základě informací o dokončené výrobě v informačním systému. Celý dodavatelský řetězec je znázorněn na obr. 11.



Obr. 11. Schéma dodavatelského řetězce

2.5 Měření současného výrobního procesu a zpracování naměřených dat

Formulář pro záznam pracovního dne (příloha 1.) byl vytvořen v tabulkovém procesoru MS Excel. Pro potřeby sledování pracovního dne byl volen v co nejjednodušší formě z důvodu přehlednosti a rychlosti záznamu zjištěných údajů. Byla vytvořena klíčovací tabulka (příloha 2.) pro urychlení záznamu dat. Základní činnosti pracovníka a robota jsou v klíčovací tabulce popsány číselným kódem. Formulář (příloha 1) se skládá z několika částí. V záhlaví každé stránky formuláře je uvedeno pracoviště, na kterém je prováděno pozorování, datum, směna, čas začátku a konce pozorování. V další části je tabulka naměřených údajů. Do tabulky se zaznamenával skutečný čas kdy došlo ke změně činnosti, kód činnosti robota, kód činnosti pracovníka a případné poznámky či zjištěné skutečnosti a nedostatky.

Měření přepravních vzdáleností materiálu na pracoviště, hotových svařenců a prázdných obalů z pracoviště bylo provedeno pomocí laserového dálkoměru. Sledovanou oblastí byla také doba výroby svařenců rámců na jeden stroj. Rámy na jeden stroj jsou se skládají z jednoho kusu středového a dvou kusů bočních. Svařence byly sledovány nejenom na robotickém pracovišti, ale i na následujícím pracovišti. Následující pracoviště po robotickém sváření je ruční dovážení. Na tomto pracovišti se provádí kontrola svarů robota a jejich případná oprava. Dále dovážení svarů, na které robot není naprogramován nebo z prostorových důvodů na tyto svary nedostane.

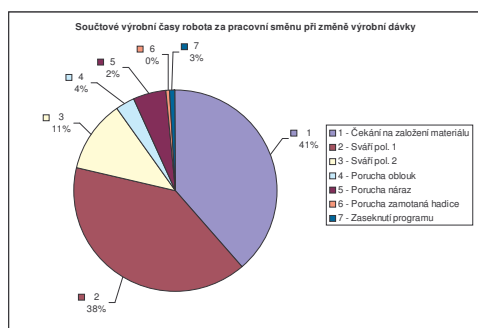
Naměřený snímek pracovního dne (příloha 3.) byl zpracován v tabulkovém procesoru MS Excel. Pro potřeby vypracování bakalářské práce bylo zvoleno sledování pracovní směny, ve které se na pracovišti měnila výrobní dávka. Změna výrobní dávky

spočívá v odvezení prázdných a navezení plných přepravních jednotek k polohovadlům a přestavění polohovadla. Pozorovaná byla ranní pracovní směna 12. 03. 2012. Zpracování umožňuje rychlé vyhodnocení potřebných údajů jako jsou součtové výrobní časy robota tab. 1., graf obr. 7. a rozdělení na produktivní a neproduktivní časy graf obr. 8. Časy práce obsluhujícího pracovníka tab. 2. graf obr. 9. a rozdělení na produktivní a neproduktivní časy graf obr. 10. Cennými údaji jsou i časy poruch robota. Ty nám ukazují nejvážnější, poruchy na které je nutné se zaměřit.

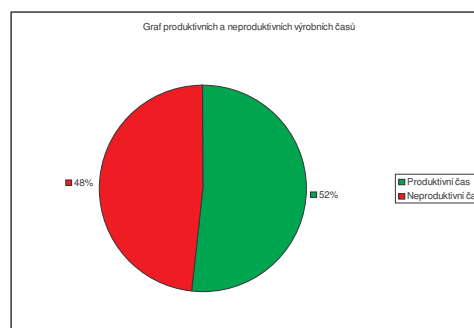
Produktivní čas se skládá z časů jednotlivých výrobních operací, které přidávají hodnotu vyráběného stroje. Příkladem produktivního času je čas sváření, čas zakládání materiálu do přípravku nebo čas kontroly. Neproduktivní čas je čas operace, která nepřidává hodnotu stroje pouze zvyšuje náklady na jeho výrobu. Příkladem takové operace je stání robota nebo jeho poruchy, čekání obsluhujícího pracovníka na dokončení výrobní operace.

Činnost robota	Součtový čas za směnu	Procentuální podíl času za směnu	Rozdělení časů
Čeká na založení materiálu	3:05:15	38,59 %	Neproduktivní
Sváří na polohovadle 1.	3:11:30	39,90 %	Produktivní
Sváří na polohovadle 2.	0:56:30	11,77 %	Produktivní
Porucha náraz svařovací hlavy	0:25:15	5,26 %	Neproduktivní
Porucha zapálení oblouku	0:15:15	3,18 %	Neproduktivní
Porucha zaseknutí programu	0:04:30	0,94 %	Neproduktivní
Porucha zamotání hadice	0:01:45	0,36 %	Neproduktivní
Čas směny	8:00:00	100,00 %	
Produktivní čas	4:08:00	51,67 %	
Neproduktivní čas	3:52:00	48,33 %	

Tab. 1. Součtové časy robota za pracovní směnu při změně výrobní dávky



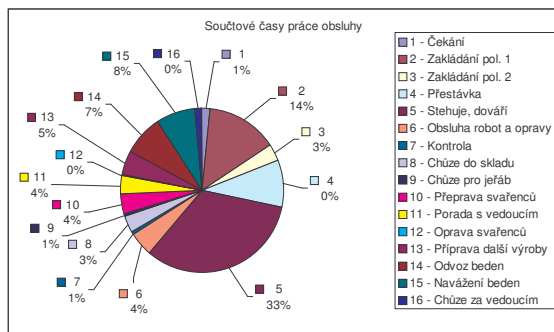
Obr. 7. Graf součtových časů robota za pracovní směnu při změně výrobní dávky



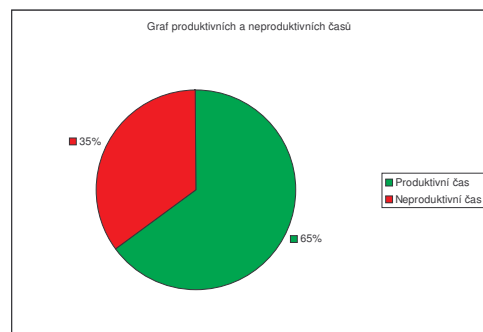
Obr. 8. Graf produktivních a neproduktivních časů robota

Činnost obsluhujícího pracovníka	Součtový čas za směnu	Procentuální podíl času za směnu	Rozdělení časů
Stehuje nebo dovádí	2:42:33	32,84 %	Produktivní
Zakládá na polohovadle 1.	1:09:42	14,08 %	Produktivní
Přestávka	0:45:00	9,09 %	Produktivní
Odvoz prázdných obalů	0:39:30	7,98 %	Neproduktivní
Navážení plných obalů	0:38:45	7,83 %	Neproduktivní
Příprava další výroby	0:23:30	4,75 %	Neproduktivní
Obsluha robota a opravy jeho poruch	0:22:15	4,49 %	Produktivní
Přeprava svařenců jeřábem	0:19:15	3,89 %	Neproduktivní
Porada s vedoucím	0:17:30	3,54 %	Neproduktivní
Zakládá na polohovadle 2.	0:17:15	3,48 %	Produktivní
Chůze do skladu pro spotřební materiál	0:15:15	3,08 %	Neproduktivní
Čekání na dokončení výrobní operace	0:08:30	1,72 %	Neproduktivní
Chůze za vedoucím	0:06:30	1,31 %	Neproduktivní
Kontrola činnosti robota	0:04:00	0,81 %	Produktivní
Chůze pro ovladač jeřábu	0:03:30	0,71 %	Neproduktivní
Oprava svařenců	0:02:00	0,40 %	Neproduktivní
Čas směny	8:15:00	100,00 %	
Produktivní čas	5:20:45	64,80 %	
Neproduktivní čas	2:54:15	35,20 %	

Tab. 2. Součtové časy práce obsluhujícího pracovníka



Obr. 9. Graf součtových časů práce obsluhy



Obr. 10. Graf produktivních a neproduktivních časů obsluhy

2.6 Mezioperační skladování, výroba a naskladnění polotovarů

Sklad polotovarů je koncipován jako paletový. Každá přepravní jednotka je skladována na určité paletové pozici. Paletová pozice s daným materiálem je zadávána do informačního systému. Příklad kódu paletové pozice 541A01 (541 – číslo regálu, A – výšková pozice od podlahy, 01 – pozice sloupce od začátku regálu) z kódu vyplývá tabulkové rozdělení skladovacího prostoru. Velké přepravní jednotky na jäckly jsou

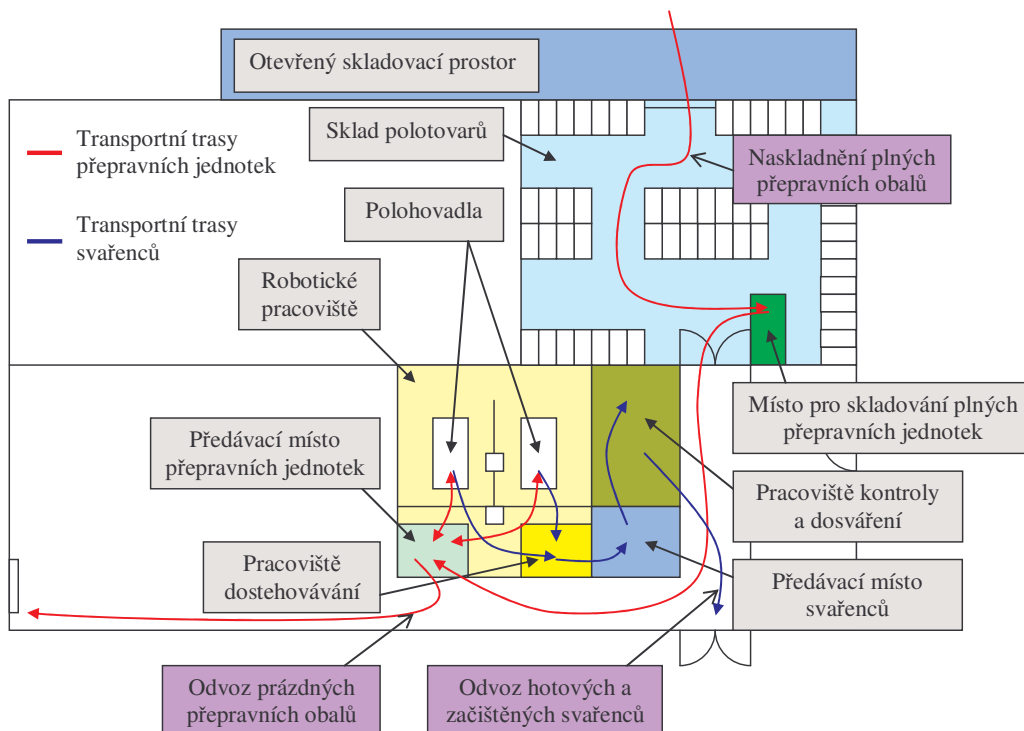
skladovány v prostoru před skladem na vytyčené podlahové ploše. Takto skladované přepravní jednotce je přidělen identifikační kód. Toto číslo slouží jako fiktivní paletová pozice pro informační systém. Příklad kódu fiktivní paletové pozice 549A01 (549 – volná podlahová plocha, A – pouze pro informační systém pozice na podlaze, 01 – číslo přepravní jednotky). Tyto identifikační čísla pro přepravní jednotky jsou umisťována zcela náhodně a nemají pevně přiděleny podlahové místa. Řešení vede k rychlému naskladnění dané přepravní jednotky, ale k následnému hledání dané přepravní jednotky v oblasti skladu při vyskladňování do výroby.

Vyrobené polotovary se skladují v přepravních boxech o přesném složení. Přepravní boxy jsou skladovány v prostoru skladu polotovarů. Polotovary se vyrábí v závislosti na volných kapacitách výroby ve firmě nebo se zadávají do kooperační výroby. Z rozhovoru s vedoucím výroby bylo zjištěno, že 99 % vypalovaných polotovarů pro robotické pracoviště se vyrábí v kooperaci. Tato skutečnost vyžaduje mít u kooperující firmy volné přepravní boxy na polotovary. Z rozhovoru s vedoucím výroby bylo zjištěno, že jáckly se řežou na daný rozměr z dodávaných typizovaných polotovarů vždy ve firmě.

Dle rozhovoru s vedoucím kooperací bylo zjištěno, že výroba jedné výrobní dávky v kooperaci trvá sedm dní. Tato skutečnost je dána přepravní vzdáleností mezi firmou a kooperující firmou. Z důvodu úspory nákladů na přepravu se ke kooperující firmě vozí prázdné přepravní obaly a zpět plné obaly jedenkrát týdně. Tato skutečnost odpovídá plánování výroby. První týden je na nákup hutního materiálu a druhý týden na výrobu polotovarů. V kooperaci to funguje obdobně. První týden se do kooperace odvezou prázdné obaly a druhý týden se přivezou plné. Takto koncipovaná doprava materiálu je značně náročná na volný skladovací prostor ve skladu. Je nutné skladovat přepravní obaly s vyrobenými díly na celý jeden týden dopředu. Skladované díly zvyšují náklady na výrobu a přitom nezvyšují hodnotu stroje.

2.7 Mapa toku materiálu a přepravní vzdálenosti

Mapa obr. 12. schématicky znázorňuje půdorys výrobní haly a skladovacích prostor. Na mapě jsou vyznačeny podlahové plochy určené k mezioperačnímu skladování v prostoru skladu. Jsou zde vyznačena předávací místa jak přepravních jednotek tak svařenců.



Obr. 12. Mapa toku materiálu

Jelikož je 99 % výpalků určených pro robotické pracoviště vyráběných v kooperaci byla měřena vzdálenost přepravy dílů z vykládky nákladního automobilu po uskladnění ve skladu. Na této vzdálenosti se částečně přepravní jednotky přemísťují pomocí dieselového vysokozdvížného vozíku a částečně pomocí ručního elektrického vysokozdvížného vozíku. Tuto složitou přepravu je způsobuje nemožnost provozu elektrického vozíku mimo výrobní halu a naopak nemožnost provozu dieselového vozíku uvnitř haly. Vzdálenost 20 metrů byla naměřena pomocí laserového dálkoměru a to složením z idealizovaných vzdáleností mezi jednotlivými zatáčkami na přepravní trase. Měřená vzdálenost je trasa pro dopravu obalů pomocí ručního vozíku.

Další měřenou vzdáleností byla přeprava plných přepravních jednotek z prostoru skladu na předávací místo robotického pracoviště. Vzdálenost byla opět měřena pomocí laserového dálkoměru z idealizovaných vzdáleností mezi jednotlivými zatáčkami. Součet těchto vzdáleností je 50 metrů. Na této trase jsou přepravní jednotky přemísťovány pomocí ručního vysokozdvížného vozíku. Přepravní obaly jsou transportovány po dvou či třech. Tento počet je daný hmotností jednotlivých obalů a nosností ručního vozíku.

Přepravní jednotky z předávacího místa jsou pomocí mostového jeřábu přemísťovány k jednotlivým polohovadlům, nejdále na vzdálenost 10 metrů. Nejbližší

vzdálenost přepravy pomocí mostového jeřábu je 2,5 metru. Z bezpečnostních důvodů jsou přepravní jednotky transportovány po jednom kusu. Prázdné přepravní jednotky se přemísťují opět pomocí mostového jeřábu na předávací místo. Svařené rámy se přepravují z přípravku v polohovadlech pomocí mostového jeřábu na pracoviště dostehovávání. Tato přeprava je na vzdálenost 6 metrů. Dostehované rámy jsou přepravovány 4 metry pomocí mostového jeřábu na předávací místo svařených ráků.

Při potřebě prázdných přepravních jednotek v předvýrobě jsou z předávacího místa pomocí ručního vysokozdvížného vozíku přepravovány na vzdálenost 25 metrů k pracovištím předvýroby. Pokud není potřeba prázdných přepravních jednotek v další výrobě jsou z předávacího místa přepravovány 35 metrů výrobní halou. Potom 150 metrů pomocí dieselového vysokozdvížného vozíku na místo jejich uskladnění. Nevyužívané přepravní jednotky jsou skladovány na určené venkovní podlahové ploše u výrobní haly.

2.8 Navážení materiálu a příprava další výroby na robotickém pracovišti

Požadavek do skladu polotovarů na navezení materiálu další výrobní dávky dává obsluhující pracovník robotického pracoviště na základě fronty práce, kterou mu předá vedoucí svařovny. Fronta práce je generována z informačního systému. Požadavek se předává v době, kdy robot dokončuje poslední rám předchozí výrobní dávky. Pracovník skladu požadavek přijme a naveze pomocí ručního vysokozdvížného vozíku sadu přepravních obalů s drobnými díly z prostoru skladu na předávací místo. Tyto přepravní obaly jsou standardizované plechové bedny MARS o rozměrech 1200x800x550 mm a 800x600x550 mm. Dále pomocí dieselového vysokozdvížného vozíku naveze na předávací místo přepravní obaly s nařezanými jáckly.

Z předávacího místa obsluha robota pomocí mostového jeřábu převáží připravené obaly k polohovadlům. Z konstrukčního a bezpečnostního hlediska je nutné převážet jeřábem vždy pouze jeden obal. Je nutné, aby robot při manipulaci s přepravními jednotkami u polohovadla svařoval na druhém polohovadle nebo byl v nečinnosti. Pozorováním pracoviště 12. 3. 2012 na ranní směně bylo zjištěno, že celkový čas strávený obsluhou robota změnou výrobní dávky byl 2 hodiny 57 minut a 15 sekund. V procentuelním vyjádření se jedná o 35,81 % času pracovní směny. Změna výrobní dávky spočívá v odvozu prázdných a navezení plných přepravních obalů, předsvaření polotovarů a přestavbě přípravků. V této době robot 28 minut svářel poslední rám předchozí výrobní dávky, poté byl 2 hodiny 29 minut a 15 sekund v nečinnosti. Tato skutečnost byla

způsobena předvýrobou polotovarů, které se posléze zakládají do přípravků v polohovadle nebo na předsvářecím stole. Bez založení těchto polotovarů nelze spustit robotické sváření. Z tohoto zjištění vyplývá možnost zlepšení postupu odvážení prázdných obalů a navážení nové výrobní dávky. Tato činnost je řešena v kapitole 3.4 Úprava navážení nové výrobní dávky. Dalšího zlepšení je možné dosáhnout přesunutím předvýroby polotovarů na jiné pracoviště. Přesunutí je řešeno v kapitole 3.7 Přesun předsvářených dílů do předvýroby.

2.9 Svařování jednoho kompletního rámu stroje na robotu

Kompletní rám vyráběného stroje se skládá z jednoho středového obr. 5. a dvou bočních rámu obr 6. Postup sváření robota je navržen tak, aby za dobu sváření jednoho středového rámu byly svařeny i oba boční rámy. Z tohoto důvodu je robot rozdělen na dvě oddělené svařovací pracoviště (dvě polohovadla) obr. 4. V jednom polohovadle je upnut přípravek pro svařování středového rámu a v druhém jeden přípravek pro sváření pravého i levého bočního rámu. Nejprve se v přípravku sváří pravý boční rám. Po dovaření se rám vyjme a svaří se levý boční rám v tom samém přípravku. Toto řešení umožnilo eliminovat potřebný čas na výměnu přípravku nebo jeho přestavování.

Proces svařování je navržen tak, aby byly co nejvíce eliminovány neproduktivní časy robota, což je čekání. Z měření ranní pracovní směny 12. 3. 2012 vyplynulo, že tento předpoklad není splněn. Vyhodnocením bylo zjištěno, že robot je 39 % směny v neproduktivním čekání. Toto čekání bylo způsobeno nedodržením svařovacího postupu na jednotlivých polohovadlech. Zatím co boční rámy byly kompletně svařeny, středový rám byl na počátku procesu sváření. To způsobilo, že robot v době zakládání dalších komponentů do přípravku byl v nečinnosti místo toho, aby svářel na druhém polohovadle. Čekání bylo dále způsobeno odvážením prázdných obalů a navážením nové výrobní dávky. Na výměnu výrobní dávky je v harmonogramu práce robotického pracoviště vyhrazen čas. Z pozorování bylo zjištěno že tento čas nepokrývá celou dobu navážení nové výrobní dávky. Z těchto zjištění je nutná úprava postupu navážení nové výrobní dávky. Úprava je řešena v kapitole 3.4 Úprava navážení nové výrobní dávky. Další možnou úpravou je změna svařovacího postupu. Úprava je řešena v kapitole 3.6 Úprava svařovacího programu robota a postupu svařování.

Čas sváření jedné sady rámu trvá přibližně osm hodin. Jedna výrobní dávka je na pět sad rámu strojů. Přepočtem zjistíme, že každou pátou směnu se na robotické

pracoviště naváží nové díly. Z této skutečnosti a z předešlých zjištění lze usoudit nutnost změny postupu navážení nové výrobní dávky.

2.10 Stehování drobných dílů

Díly, které nelze upnout do přípravku je nutné stehovat ručně. Stehování provádí obsluha robota v prostoru robotického pracoviště. Ve výrobě se rozlišují dva typy stehování. Stehování dílů na polotovary, které posléze jsou upnuty do přípravku v polohovadlech. Příkladem tohoto typu je navařování opěrných kostiček na díly bočnic rámu. Druhý typ je stehování dílů na svařený rám, který je vyjmut z přípravku. Příkladem je naváření ok pro uchycení stahovacích pásek.

Pozorováním pracoviště 12. 3. 2012 byla zjištěna skutečnost nepřipravenosti předsvařených bočnic. Důsledkem tohoto stavu se robot dostal do neproduktivního čekání. Obsluha pracoviště začala navážet díly na bočnice, které posléze upínala do přípravku až v době, kdy tyto bočnice potřebovala. Návrhem změny se zabývá kapitola 3.4 Úprava navážení nové výrobní dávky.

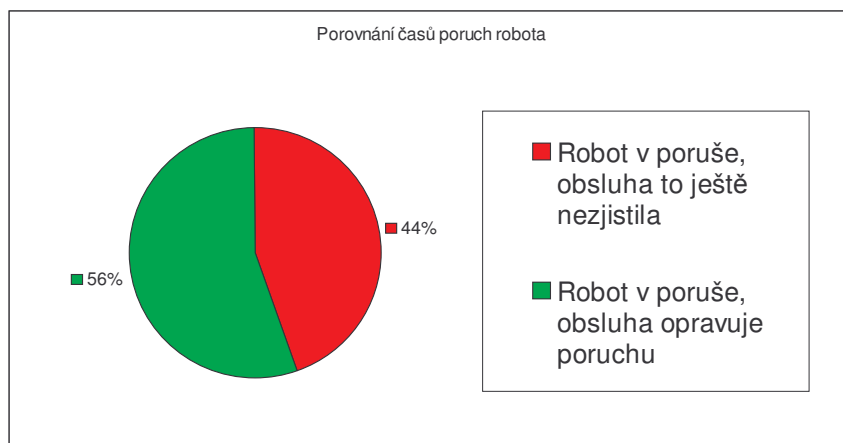
2.11 Kontrola svarů robota a dovážení svarů

Z předávacího místa je rám jeřábem převážen na dokončovací pracoviště. Toto pracoviště je vybaveno polohovadlem pro snadnější přístup ke svarům. Na tomto pracovišti další zaměstnanec kontroluje svary robota a případně je opravuje. Ručně dováží svary, které robot nesvařil z důvodu prozatímního nenaprogramování nebo jeho prostorových možností. Dále kontroluje rozměry svařených rámu. Případné deformace opravuje a hotový rám začišťuje. Z pozorování výrobního toku bylo zjištěno, že kontrola svarů, dovážení svarů a začištění rámu trvá u středového rámu šest hodin a u jednoho bočního rámu dvě hodiny. Součtem zjistíme, že dokončení svaření jedné sady rámu trvá deset hodin. Dle pozorování lze dobu dokončení svaření rámu zkrátit úpravou svařovacího programu robota, viz kapitola 3.6 Úprava svařovacího programu robota a postupu svařování.

2.12 Poruchy robota

Pozorováním ranní směny 12. 3. 2012 byly zjištěny následující poruchy robota. Za dobu trvání směny byl robot 46 minut a 45 sekund v poruchovém stavu, což je 9,74 % pracovní směny. Do této doby jsou započítány časy kdy robot je v poruše a obsluha ji ještě nezjistila (20 minut 45 sekund, což je 44,39 % času, kdy robot byl v poruše) a dále časy

oprav daných poruch obsluhou (26 minut což je 55,61 % času, kdy robot byl v poruše). Výše zmíněná skutečnost je znázorněna na grafu obr. 13. Čas zjištění poruchy robota se dá zkrátit zavedením více upozorňující vizuální a zřízení akustické signalizace poruchového stavu. Tímto návrhem se zabývá kapitola 3.5 Úprava vizuální a zavedení akustické signalizace poruchy.



Obr. 13. Graf porovnání času poruchového stavu robota

Nejčastější pozorovanou poruchou byla porucha nárazu svařovací hlavy do materiálu. Porucha se vyskytla 7 krát za pozorovanou směnu, její zjištění a následná oprava trvala 25 minut a 15 sekund, což je 54,01 % času poruch robota. Druhou nejčastější chybou bylo zapálení oblouku. Chyba se vyskytla 7 krát za směnu, její zjištění a následná oprava trvala 15 minut a 15 sekund, což je 32,62 % času poruch robota. Těmito nejčastějšími poruchami je nutné se zabývat a pracovat na jejich odstranění.

2.13 Manipulace s materiálem na pracovišti svařovacího robota

Na pracovišti je materiál zakládán do přípravku na polohovadle ručně nebo pomocí mostového jeřábu. Činnost zakládání do přípravku vyžaduje, aby robot svářel na druhém polohovadle nebo byl v nečinnosti. Nesplnění této podmínky vede ke kolizi robotické paže s jeřábem. Materiál je zakládán do přípravku v předem určeném pořadí. Toto pořadí je určené svařovacím postupem jednotlivých částí rámu stroje s přihlédnutím na prostorovou dosažitelnost svařovací hlavy. Dále je materiál zakládán na předsvářecí stoly umístěné okolo polohovadel. Na těchto stolech jsou umístěny svařovací přípravky na jednotlivé komponenty rámu stroje. Z těchto předsvářecích míst jsou předvařené komponenty ručně nebo pomocí mostového jeřábu umisťovány na konečnou polohu v rámu stroje.

2.14 Odvoz prázdných obalů

Prázdné obaly se od polohovadel převážejí pomocí mostového jeřábu na předávací místo. Na předávacím místě se stohují na sebe a následně pomocí ručního vysokozdvížného vozíku se převážejí na jiná pracoviště k další výrobě nebo na uskladnění. Toto převážení z předávacího místa vykonává obsluha robota v době, kdy robot sváří a má již připravený další výrobní krok.

Před zavážením nové výrobní dávky na pracoviště je třeba, aby u polohovadel již nebyly žádné prázdné obaly a na předávacím místě bylo volno. Pozorováním pracoviště 12. 3. 2012 byla zjištěna skutečnost konfliktu výměny přepravních obalů a činnosti robota. Bylo nutné robota po dobu odvozu obalu na 2 minuty odstavit. Aby nedocházelo k této činnosti je třeba důsledně určit v jakém pořadí a kdy se od polohovadel odvázejí prázdné obaly. Tuto skutečnost řeší kapitola 3.4 Úprava navážení nové výrobní dávky.

2.15 Vyhodnocení přínosů a nedostatků současného výrobního procesu

Hlavním přínosem současného výrobního toku je stejná konstrukce středových rámu vyráběných strojů. Z tohoto důvodu není nutná výměna přípravku v polohovadlech při změně vyráběného záběru stroje. Takto je ušetřen čas na přetypování výroby. Dalším přínosem je shodnost přípravku pro pravý a levý boční rám. Opět je ušetřen čas na přetypování výroby. Přínosem je také poměrně detailní plánování výroby na tři měsíce dopředu. V důsledku této skutečnosti lze vyhodnocovat potřebnou výrobní kapacitu na dlouhou dobu dopředu. Při vyhodnocení nedostatečné kapacity výroby lze snadno zajistit další kapacity výroby v kooperacích.

Hlavním nedostatkem je špatný poměr produktivních a neproduktivních časů robota a obsluhujícího pracovníka na směně, kdy se zaváží na pracoviště nová výrobní dávka. Neproduktivita robota je způsobena nepřipraveností materiálu v polohovadlech v důsledku navážení nové výrobní dávky a předvýrobních operacích. Z této skutečnosti je nutné provést změnu postupu navážení nové výrobní dávky. Při této změně je žádoucí přesunout předvýrobní operace na jiné pracoviště. Velkou částí neproduktivity robota jsou jeho poruchy. Z pozorování pracovní směny 12. 03. 2012 bylo zjištěno, že robot je 9,44 % doby pracovní směny v poruše. V těchto 9,74 % je robot 44,39 % času v poruše a obsluha o tom neví. Z této skutečnosti vyplývá nutná úprava vizuální a instalace akustické signalizace poruchy robota.

3 Návrh úprav výrobního toku a logistického uspořádání pracoviště

3.1 Úprava umístění současných přepravních jednotek na pracovišti

Z pozorování robotického pracoviště byla zjištěna skutečnost umístění přepravních jednotek u polohovadel na podlaze. Tato skutečnost znamená nadměrné zatěžování obsluhujícího pracovníka pro časté ohýbání a zvedání polotovarů téměř z podlahy. Tato činnost se v literatuře [6] označuje za rizikovou viz obr. 14. Zlepšením tohoto stavu je zvednutí současných přepravních jednotek. Zvednutí je ovšem nutné volit jen do takové výše, aby manipulace s polotovary byla fyziologicky příjemná a nemusel se pracovník nahýbat přes okraj přepravní jednotky.



Obr. 14. Vizualizace práce v hlubokém předklonu [6]

Používané přepravní jednotky jsou unifikované MARS přepravní boxy ve dvou rozměrech. Větší boxy obr. 15 odpovídající EUR paletě dxšxv 1200x800x550 mm. Menší boxy odpovídají poloviční EUR paletě dxšxv 800x600x550 mm. Dno boxu je umístěno ve výšce 100mm od podlahy z důvodů možnosti přepravy boxu pomocí paletového vozíku. Boxy jsou vybaveny čtyřmi oky pro přepravu pomocí jeřábu. Boxy je možno stohovat na sebe.



Obr. 15. Přepravní unifikovaný MARS box odpovídající rozměru EUR palety

Úprava polohy spočívá ve vyrobení podstavců pod dané přepravní boxy. Tyto podstavce musí odolat zatížení jenž se rovná váze plného přepravního boxu. Také musí splňovat bezpečnostní hledisko, aby nedocházelo k posunutí plného nebo prázdného boxu po podložce. Posunutí by mohlo vyvolat pád boxu z podložky. Následkem pádu by bylo poškození polotovarů, zařízení robotického pracoviště nebo zranění obsluhujícího pracovníka. Výšku podložky je třeba volit v závislosti na optimálním umístění boxu a je třeba ji vyzkoušet napříč všemi obsluhujícími pracovníky. Návrh podložky pod přepravní box je na obr 16.



Obr. 16. Návrh podložky pod přepravní box

Přínosem této úpravy je menší fyzické zatížení obsluhujícího pracovníka. Zvednutím přepravních obalů od podlahy se obsluhující pracovník pro díly nebude ohýbat až k podlaze. Nevýhodou této úpravy je zmenšení manipulačního prostoru okolo polohovadel. Po ekonomické stránce tato úprava přinese úsporu času zakládání materiálu do polohovadel z důvodu zmenšení přepravní vzdálenosti materiálu. Materiál se nemusí zvedat od podlahy do výšky pasu. Nutná je ovšem počáteční investice do výroby podložek.

3.2 Úprava složení přepravních jednotek a jejich rozmístění na pracovišti

Složení jednotlivých přepravních jednotek se řídí dle umístění dané přepravní jednotky u polohovadla. Umístění odpovídá co nejkratší manipulační vzdálenosti mezi polotovary v přepravní jednotce a přípravky, s přihlédnutím na prostorové možnosti robotického pracoviště.

Z pozorování provedeném 12. 3. 2012 na ranní směně bylo zjištěno přenášení materiálu z jedné strany polohovadla na druhou. To vedlo k prodloužení času na založení polotovaru do přípravku. Byla zjištěna nedostatečná kapacita přepravní jednotky.

Polotovary byly naskládány na sobě a obsluhující pracovník je musel přerovnat mimo přepravní jednotku, aby se dostal k dílům u dna přepravní jednotky. Tato činnost opět vedla k prodloužení času zakládání materiálu do přípravku. Způsobila větší zátěž pracovníka jenž tuto činnost přerovnávat prováděl v předklonu. Při následné činnosti zakládání byl takto přerovnaný materiál několikrát přemístěn z důvodu hledání potřebných dílů.

Z výše popsaných důvodu je třeba provést revizi obsahu přepravních jednotek a jejich umístění u polohovadel. Jelikož se na daném robotickém pracovišti sváří převážně rámy na jeden typ strojů je možné provést standardizaci obsahu přepravních jednotek. Standardizace by spočívala v tom, že ve stejně označených přepravních jednotkách by byly stejné díly. To by umožnilo rychlejší orientaci obsluhujícího pracovníka. Tím by odpadlo hledání daného dílu v několika různých přepravních jednotkách. Další možnou úpravou obsahu přepravních jednotek je určení místa v přepravní jednotce, kde se má daný díl nacházet. Opatření by ušetřilo čas, který obsluha stráví hledáním daného dílu v přepravní jednotce.

3.3 Úprava přepravních jednotek

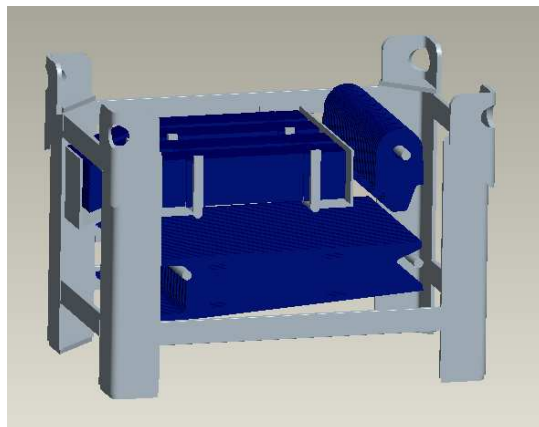
V současném stavu jsou používány unifikované přepravní jednotky. Toto řešení umožňuje přepravní jednotku použít v jakékoli části výrobního procesu polotovarů pro všechny typy vyráběných strojů a náhradních dílů. Z tohoto vyplývá nedostatek přepravních jednotek při sezónním vytížení výroby. Tato skutečnost nutí vedení firmy nakupovat další přepravní jednotky. Následek této činnosti je naplnění skladových prostor a nevytížení přepravních jednotek v mimo sezónním provozu. Nevytížené přepravní jednotky jsou skladovány v prostoru firmy a je s nimi zbytečně manipulováno.

Polotovary jedné výrobní dávky pro robotnické pracoviště jsou přesně rozděleny po určitých kusech do přepravních jednotek. Jednotky mají přesně stanovené místo u polohovadel. Pro jednu výrobní dávku je zapotřebí několik přesně definovaných přepravních jednotek. Nedostatek přepravních jednotek ve výrobě polotovarů nebo pro kooperaci často vede ke sdružování přepravních jednotek. Toto je velmi nevhodné pro pracoviště robota. Sdružená přepravní jednotka odpovídá často jedné přepravní jednotce pro polohovadlo středového rámu a přepravní jednotce pro polohovadlo bočních rámu. Tato sdružená jednotka je nevhodná pro umístění u jakéhokoli polohovadla. Z tohoto důvodu zůstává v průběhu výroby dané výrobní dávky na předávacím místě. Následkem

této skutečnosti je velká přepravní vzdálenost polotovarů do přípravku upnutého v polohovadle nebo na předsvářecích stolech. Tato přepravní vzdálenost přispívá k neproduktivním časům robota a únavě obsluhujícího pracovníka.

Barevné odlišení přepravních jednotek pro robotické pracoviště a ostatní výrobu se ukázalo jako bezúčelné. V době sezónní vytíženosti výroby se takto označené přepravní jednotky dostaly do výroby, která neprochází přes robotické pracoviště. Výroba na robotickém pracovišti je zaměřena na jeden typ vyráběných rámců strojů různých záběrů. Díky tomu jsou díly na středové rámy, až na drobné rozdíly, stejné. Liší se pouze díly na boční rámy stroje. Tyto odlišnosti ovšem nebrání použití atypických přepravních jednotek určených speciálně pro tento typ stroje. Atypické přepravní jednotky by řešily problém s nedostatkem standardních přepravních jednotek pro robotické pracoviště v době sezónní vytíženosti výroby. V tomto důsledku by nedocházelo ke sdružování přepravních jednotek do jedné přepravní jednotky. Výhodou by byla přehlednost umístění jednotlivých polotovarů v přepravní jednotce

Z výše uvedených skutečností by jako optimální přepravní jednotky byly věšáky, na které se polotovary dle jednotlivých typů zavěšují. Věšáky ovšem musí splňovat několik parametrů, které se vyskytují ve výrobě. Musí být dostatečně dimenzovány pro daný typ a počet přepravovaných výrobků. Musí umožňovat přepravu pomocí vysoko zdvižného vozíku a jeřábu. Díly musí být pevně zachyceny po dobu přepravy, avšak volně přístupné při odebírání na robotnickém pracovišti. Přepravní jednotka musí být dostatečně stabilní a to po dobu přepravy i po dobu odebírání dílů. Nesmí dojít k převrácení přepravní jednotky a tím ke zranění, poškození dílů nebo poškození zařízení robotnického pracoviště. Studie takovéto přepravní jednotky je na obr. 17.

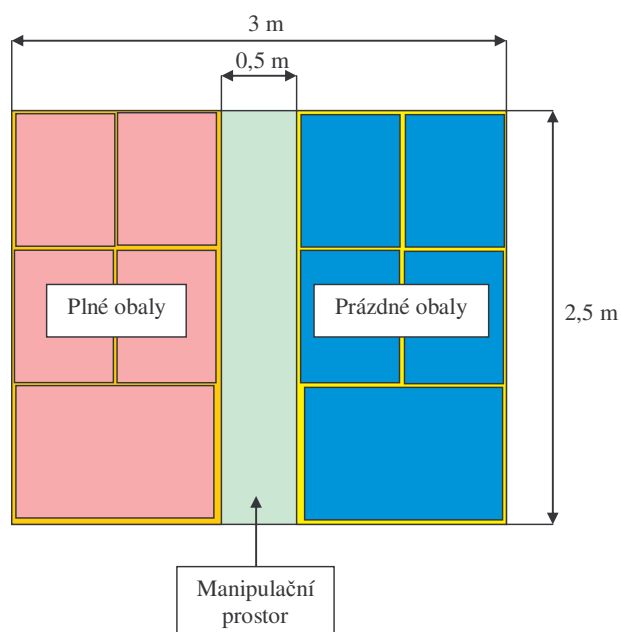


Obr. 17. Studie nových přepravních jednotek

3.4 Úprava navážení nové výrobní dávky

Z důvodu navážení nové výrobní dávky (každou pátou směnu) je tato úprava velmi důležitá neboť se jí dá ušetřit neproduktivní čas robota. Z pozorování byla zjištěna skutečnost čekání robota během navážení nové výrobní dávky. Čekání bylo způsobeno nepřipraveností materiálu v polohovadle nebo na předsvářecích stolech. Obsluhující pracovník byl zaneprázdněn navážením přepravních jednotek k polohovadlům. Pracovník prováděl ruční navážení dílů na polotovary, které je nutno provést před založením daných polotovarů do přípravku. Požadavek na navezení nové výrobní dávky na předávací místo byl dán do skladu v době svařování robota a již započatém odvážení prázdných obalů od polohovadel.

Navrhovaný proces odvážení prázdných a navážení plných přepravních jednotek k polohovadlům znamená největší úsporu času v neproduktivní manipulaci s jeřábem. Činnost by spočívala v odvezení prázdné přepravní jednotky a ihned navezení plné přepravní jednotky na stejné místo. Toto opatření vyžaduje koordinaci podlahové plochy na předávacím místě pro prázdné a plné přepravní jednotky. Dále je vyžadované uspořádání přepravních jednotek v době navážení na předávací místo. Neuspořádané přepravní jednotky by vedly k neproduktivní manipulaci s plnými jednotkami na předávacím místě. Návrh vhodného uspořádání plných a prázdných přepravních jednotek na předávacím místě je znázorněno na obr. 18.



Obr. 18. Návrh rozmístění přepravních jednotek na předávacím místě

3.5 Úprava vizuální a zavedení akustické signalizace poruchy

Z pozorování provedeném 12. 3. 2012 na ranní směně byla zjištěna nevyhovující vizuální a chybějící akustické signalizace poruchového stavu robota. Toto mělo za následek nepříznivý poměr času poruchy robota bez zjištění poruchy obsluhou a času opravy poruchy obsluhou. Nepříznivý poměr by řešila úprava současné vizuální a instalace akustické signalizace poruchy. Signalizace upozorní obsluhujícího pracovníka na poruchu robota. Akustická signalizace je nutná z důvodu práce obsluhy s nasazenou svařovací kuklou během procesu stehování.

Přínosem této úpravy pracoviště je zmenšení času odhalení poruch robota. Tento čas je velmi významný pro plynulý chod pracoviště. Čím tento čas bude kratší, tím se dospěje k větší finanční úspoře nákladů na výrobu. Nevýhodou této úpravy je jednorázová finanční zátěž, jenž je nutná pro instalaci vizuální a akustické signalizace.

3.6 Úprava svařovacího programu robota a postupu svařování

Úpravou svařovacího programu a postupu svařování robota lze docílit přesunutí svarů z pracoviště dovážení na robota. Toto přesunutí zkrátí potřebný čas sváření na pracovišti dovážení, ale zvedne se čas sváření robota. Čas kdy robot sváří více svarů obsluha využije pro přípravu další výroby nebo na stehování dílů.

Z pozorování bylo zjištěno, že by se robot na nějaké pozice budoucích svarů svařovací hlavicí mohl dostat, ale není na to dosud naprogramován. Důvodem nenaprogramování je složité umístění svaru na rámech. Jsou ovšem i takové pozice, na které se při současném postupu svařování robot nedostane. Příčinou jsou prostorové možnosti robota, svařený materiál nebo konstrukce přípravku. Změna konstrukce přípravku je neuskutečnitelná. Přípravek by se musel vyrobit celý nový, tato možnost je z finančního hlediska nereálná. Programování a odladění dalších svarů robota je časově náročné. Odladění je nutno provést na robotickém pracovišti což prakticky zastaví výrobu na pracovišti. Přínosem změny bude zrychlení celkového procesu výroby.

3.7 Přesun předsvářených dílů do předvýroby

Pozorováním provedeném 12. 3. 2012 bylo zjištěno množství předsvářených dílů, které není zapotřebí dělat na pracovišti robota. Toto předsváření dílů je nutné vykonat dříve, než je daný polotovar upnut do přípravku v polohovadle. Operace předsváření lze provádět mimo pracoviště robota jen s patřičným přípravkem. Přesunutí předsváření

zrychlí proces změny výrobní dávky robota. Zkrátí čas čekání robota na založení prvních dílů do přípravku. Přesunutí si vyžádá volné kapacity na ručním pracovišti. Z finančního pohledu je tato změna žádaná pro ušetření finančních nákladů vynaložených na prostoje robota při předsváření.

3.8 Přemístění skladu polotovarů

Současné umístění robotického pracoviště a skladu polotovarů není vhodné z hlediska transportních vzdáleností přepravních obalů. Přemístěním skladu polotovarů blíže k robotickému pracovišti by se zkrátila transportní vzdálenost a tím i potřebný čas přepravy mezi skladem a robotickým pracovištěm. Zaručil by se hladký průběh navážení nové výrobní dávky k polohovadlům. Nyní obsluhující pracovník dává do skladu požadavek na navezení nové výrobní dávky na předávací místo. Poté pracovník čeká až manipulační dělník dokončí rozpracovanou manipulaci a naveze materiál na předávací místo. Takto vznikají v současné výrobě prostoje. Nová koncepce zcela vynechává předání požadavku do skladu a následné čekání na materiál. Materiál by byl skladován v prostoru robotického pracoviště.

3.9 Zrušení zvýšené plošiny okolo polohovadel

Nyní je okolo polohovadel zvýšená plošina ve výšce 75 cm nad podlahou, na kterou se pomocí mostového jeřábu zaváží přepravní obaly. Tato koncepce je nevhodná pro nadměrnou manipulaci s materiálem. Materiál se nejprve pomocí ručního elektrického vysoko zdvižného vozíku naveze na předávací místo a poté se pomocí jeřábu přepraví na určené místo u polohovadla. Plošina byla budována dodatečně až po instalaci robota pro usnadnění zakládání materiálu do přípravků v polohovadlech při zachování protočného průměru polohovadel.

Zrušení této zvýšené plošiny by si vyžádalo stavební úpravy prostoru robotického pracoviště. Úpravy by spočívaly ve vyhloubení pracovních jam pod polohovadly a zapuštění celé konstrukce robota a polohovadel pod úroveň podlahy. Tyto prohlubně jsou nutné pro bezproblémový provoz polohovadel. Přínos této úpravy by byl v zabezpečení jednoduššího navážení nové výrobní dávky. Zjednodušení by spočívalo ve vynechání přepravy pomocí jeřábu. Přepravní jednotky by se zavázely přímo k polohovadlům pomocí ručního elektrického vysoko zdvižného vozíku. Takto lze uspořit čas navážení nové výrobní dávky a tím neproduktivní čekání robota.

3.10 Změna dopravy materiálu mezi kooperacemi

V současném stavu je mezi firmou Farmet a.s. a kooperující firmou zavedena kyvadlová nákladní automobilová doprava jedenkrát týdně. Tato činnost znamená nutnost mít dostatečné skladovací prostory materiálu v areálu společnosti na jeden týden dopředu. K tomuto týdnu se přidává obvykle pojistná zásoba materiálu na delší dobu než je jeden týden. Toto vede k velkým skladovacím prostorům a malé obrátce zásob. Skladované zásoby polotovarů zvyšují náklady na výrobu, ale nepřidávají hodnotu stroje. Zavedením častější kyvadlové přepravy mezi kooperující firmou by mělo za následek snížení množství zásob na skladě. Tím by se uvolnily skladovací prostory, které je možné využít pro výrobu. Protikladem této činnosti je zvýšení nákladů spojených s přepravou materiálu mezi kooperacemi.

3.11 Vyhodnocení přínosů a nedostatků navrhovaných úprav výrobního procesu

Úpravou výškového umístění přepravních jednotek se docílí menší fyzické zátěže obsluhujícího pracovníka a zkrácení času na založení dílů do přípravků. Nepříznivou skutečností této úpravy je zmenšení manipulačního prostoru okolo polohovadel.

Úpravou složení a umístění přepravních jednotek se docílí snížení potřebného času na založení dílů do přípravků. Toto snížení bude v důsledku menších transportních vzdáleností mezi přepravní jednotkou a přípravkem. Odbourá proces přendávání materiálu z přepravní jednotky na podlahu z důvodu nedostatečné kapacity přepravní jednotky. Nevýhodou této úpravy je současný návyk obsluhujících pracovníků na rozložení materiálu. Z tohoto důvodu dojde ke krátkodobému zvýšení potřebného času na založení materiálu. Úprava ovšem z dlouhodobého hlediska sníží potřebný čas na založení materiálu do přípravku.

Úprava navážení nové výrobní zakázky bude mít za následek snížení neproduktivních časů robota. Dojde k zrychlení celé výroby z důvodu zkrácení času čekání robota. Nevýhodou je časová náročnost na proškolení obsluhujících pracovníků na nové postupy odvážení prázdných a navážených plných přepravních jednotek. Je nutné výrobní pracovníky kontrolovat, aby dodržovali dané postupy. Součástí této úpravy je přesunutí činnosti předsvářených dílů do předvýroby. Tato úprava povede ke zkrácení potřebného času na založení prvních fází svařování rámu. Obsluhující pracovník se nebude muset zabývat předsvářením dílů a o tento čas se zkrátí neproduktivní čekání robota. Skutečnost

ovšem vyžaduje volné kapacity předvýroby. Z hodinových sazeb robotického pracoviště a ručního pracoviště ovšem vyplynulo, že daná úprava je relevantní a žádaná, protože dojde ke snížení nákladů na výrobu. Náklady se sníží v důsledku zkrácení času čekání robota na založení prvních fází výroby.

Navrhovaná úprava svařovacího programu bude mít za následek zrychlení celého svařovacího procesu. Svary, které zavaří robot se nebudou muset dovářet na ručním pracovišti. To povede ke zkrácení potřebného času na ruční dovážení, ale zvedne se čas sváření robota. Čas, který obsluhující pracovník bude mít navíc, využije při přípravě další výroby. Při dostatečném zvýšení času sváření robota by bylo možné přesunout zpět na pracoviště robota předsváření dílů. Je ovšem nutné důsledně řídit postup zakázek tak, aby v době sváření jedné zakázky byl už na pracovišti robota materiál, který je nutný předsvářet na další zakázku.

Jako velmi důležitá úprava vyplynula zavedení dokonalejší vizuální a akustické signalizace poruchy robota. Tímto činem se výrazně sníží čas do zjištění poruchy robota. Z pozorování bylo zjištěno, že robot je 9,74 % směny v poruchovém stavu. V těchto 9,44 % je robot 44,39 % času v poruše, o které obsluha neví. Zavedení signalizace by výrazně snížilo tato čísla a tím by došlo k snížení nákladů na výrobu z důvodu potřebného kratšího času na výrobu.

Navrhovaný přesun skladovacích prostor blíže robotickému pracovišti je velmi finančně náročná operace. Přínos této změny by nevedl k zásadním finančním úsporám výroby na robotickém pracovišti. Další navrhovanou úpravou je odstranění zvýšené plošiny okolo polohovadel. Touto úpravou se docílí snížení potřebného času na zavážení nové výrobní dávky. Úprava spočívá ve vyhloubení pracovních jam pod polohovadly. Vybudování pracovních jam je z krátkodobého pohledu prodělečná investice také proto, že časová náročnost na přeprogramování by byla velmi velká.

Změnou dopravy materiálu mezi kooperacemi se docílí výrazného snížení zásob. Dopravou vícekrát za týden nebude nutné skladovat díly na celý týden dopředu jako je tomu v současném stavu. Uvolněná skladovací plocha je využitelná pro instalaci nových strojů a zařízení. Náklady spojené s dopravou vícekrát týdně jsou vyváženy snížením nákladů na skladování dílů. Touto úpravou se také docílí větší obrátky zásob ve výrobě.

Závěr

Cílem bakalářské práce byla analýza současného stavu výrobního toku na svařovacím robotickém pracovišti firmy Farnet a.s. Česká Skalice. Na základě této analýzy navrhnout úpravy výrobního toku a logistického uspořádání pracoviště. Cílem těchto úprav bylo především snížení výrobních nákladů a výrobních časů.

V průběhu vypracovávání bakalářské práce byly postupně implementovány dílčí úpravy výrobního toku a logistického uspořádání pracoviště. Realizované úpravy na pracovišti byly: výškové umístění přepravních jednotek, úprava metodiky navážení nové výrobní dávky, úprava svařovacího programu robota a přesunutí předsvářených dílů do předvýroby. Další úpravy pracoviště budou realizovány v krátkém časovém horizontu. Jedná se o zlepšení vizuální a zavedení akustické signalizace poruch robota, změny složení a umístění přepravních jednotek. Z dlouhodobého hlediska budou pro robotické pracoviště vyrobeny atypické přepravní jednotky.

Při předpokládaném 3 směnném provozu robotického pracoviště a odhadované hodinové sazbě robotického pracoviště 750 Kč jsou předpokládány úspory z navržených úprav výrobního toku takto:

- Snížením času zjištění poruchy robota zlepšením vizuální a zavedením akustické signalizace poruchy robota (viz kapitola 3.5) o 50 % se docílí přibližné úspory ve výši 150 Kč za jednu pracovní směnu, přepočtem zjistíme přibližnou roční úsporu nákladů pohybující se okolo jednoho sta tisíce korun českých.
- Snížením času zavážení nové výrobní dávky a přípravy další výroby (viz kapitola 3.4 a 3.7) o 25 % se rovná úspoře přibližně 800 Kč na jednu výrobní dávku. Předpokladem zavážení nové výrobní dávky každou pátou směnu je roční úspora nákladů pohybující se okolo jednoho sta tisíce korun českých.

Proces úprav pracoviště je velmi časově náročný. Úpravy jsou postupně implementovány a jejich celkový dopad na výrobní časy není v současné chvíli stanoven. Po zaběhnutí všech úprav pracoviště bude vyhodnocen jejich přínos, časová a finanční úspora. Konzultací již provedených změn s vedoucími pracovníky bylo zjištěno větší zkrácení časů zavážení nové výrobní dávky a přípravy další výroby než předpokládaných 25 %. Rozhovorem s obsluhujícím pracovníkem byla zjištěna skutečnost menší fyzické námahy v důsledku zdvižení přepravních jednotek.

Seznam použité literatury

- [1] Stuart, Emmett.: *Řízení zásob : Jak minimalizovat náklady a maximalizovat hodnotu*. 1. vyd. Computer Press, 2008. 304 s. ISBN 978-80-251-1828-3
- [2] Drahotský, Řezníček.: *Logistika: procesy a jejich řízení*. 1. vyd. Computer Press, 2003. 334 s. ISBN 80-7226-521-0
- [3] *Kaizen: Čo je zlepšovanie procesov?* [online]. 2012 [cit. 2012-05-03]. Dostupné z: http://www.ipaslovakia.sk/Default.aspx?id=23&sub_id=0
- [4] VAVRUŠKA, Jan.: *Metoda SMED: Vizuální management* [Podklady k přednáškám předmětu průmyslové inženýrství]. 2011 [cit. 2012-05-03]. Dostupné z: http://www.kvs.tul.cz/getFile/id:14466/PI_SMED.pdf
- [5] *TOC: Čo je TOC?* [online]. 2010 [cit. 2012-05-03]. Dostupné z: http://www.ipaslovakia.sk/Default.aspx?id=25&sub_id=0
- [6] Hlávková, Valečková.: *Ergonomické checklisty a nové metody práce při hodnocení ergonomických rizik*. Praha, 2007. 75 s.
- [7] LIKER, Jeffrey K.: *Tak to dělá Toyota: 14 zásad řízení největšího světového výrobce*. Praha: Management Press, 2007, 390 s. ISBN 978-80-7261-173-7.
- [8] IMAI, Masaaki.: *Gemba Kaizen: [řízení a zlepšování kvality na pracovišti]*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2005, 314 s. ISBN 80-251-0850-3.
- [9] GOLDRATT, Eliyahu M.: *Cíl: proces trvalého zlepšování*. 2. přeprac. vyd. Praha: InterQuality, 2001, 335 s. ISBN 80-902-7702-0.
- [10] SIXTA, Josef.: *Logistika: teorie a praxe*. Vyd. 1. Brno: CP Books, 2005, 315 s. ISBN 80-251-0573-3.
- [11] Gregor, M., Mičieta, B., Košturiak, J., Bubeník, P., Růžička, J.: *Dynamické plánovanie a riadenie výroby*. Žilina: Žilinská univerzita, 2000, 284 s.

Seznam příloh

Příloha 1 Formulář pro záznam pracovního dne

Příloha 2 Klíčovací tabulka pro záznam pracovního dne

Příloha 3 Naměřený snímek pracovního dne

Příloha 1: Formulář pro záznam pracovního dne

Pracoviště	
Datum	
Směna	
Začátek pozorování	
Konec pozorování	

[illegible]

Příloha 2: Klíčovací tabulka pro záznam pracovního dne

[illegible]

Příloha 3: Naměřený snímek pracovního dne

Pracevní list	1-030 (PICO01)
Datum	2.3.2012
Stavba	nová
Učební průřez ke dni	0.00
Stavba součástí	14.00

Sliding Date	month	year	month	year	month	year
01/01/2010	01	2010	01	2010	01	2010
02/01/2010	02	2010	02	2010	02	2010
03/01/2010	03	2010	03	2010	03	2010
04/01/2010	04	2010	04	2010	3	12
05/01/2010	05	2010	05	2010	4	27
06/01/2010	06	2010	06	2010	5	6
07/01/2010	07	2010	07	2010	6	27
08/01/2010	08	2010	08	2010	7	5
09/01/2010	09	2010	09	2010	8	27
10/01/2010	10	2010	10	2010	9	5
11/01/2010	11	2010	11	2010	10	27
12/01/2010	12	2010	12	2010	11	5
01/02/2011	01	2011	01	2011	12	27
02/02/2011	02	2011	02	2011	1	5
03/02/2011	03	2011	03	2011	2	27
04/02/2011	04	2011	04	2011	3	5
05/02/2011	05	2011	05	2011	4	27
06/02/2011	06	2011	06	2011	5	5
07/02/2011	07	2011	07	2011	6	27
08/02/2011	08	2011	08	2011	7	5
09/02/2011	09	2011	09	2011	8	27
10/02/2011	10	2011	10	2011	9	5
11/02/2011	11	2011	11	2011	10	27
12/02/2011	12	2011	12	2011	11	5
01/03/2012	01	2012	01	2012	12	27
02/03/2012	02	2012	02	2012	1	5
03/03/2012	03	2012	03	2012	2	27
04/03/2012	04	2012	04	2012	3	5
05/03/2012	05	2012	05	2012	4	27
06/03/2012	06	2012	06	2012	5	5
07/03/2012	07	2012	07	2012	6	27
08/03/2012	08	2012	08	2012	7	5
09/03/2012	09	2012	09	2012	8	27
10/03/2012	10	2012	10	2012	9	5
11/03/2012	11	2012	11	2012	10	27
12/03/2012	12	2012	12	2012	11	5
01/04/2013	01	2013	01	2013	12	27
02/04/2013	02	2013	02	2013	1	5
03/04/2013	03	2013	03	2013	2	27
04/04/2013	04	2013	04	2013	3	5
05/04/2013	05	2013	05	2013	4	27
06/04/2013	06	2013	06	2013	5	5
07/04/2013	07	2013	07	2013	6	27
08/04/2013	08	2013	08	2013	7	5
09/04/2013	09	2013	09	2013	8	27
10/04/2013	10	2013	10	2013	9	5
11/04/2013	11	2013	11	2013	10	27
12/04/2013	12	2013	12	2013	11	5
01/05/2014	01	2014	01	2014	12	27
02/05/2014	02	2014	02	2014	1	5
03/05/2014	03	2014	03	2014	2	27
04/05/2014	04	2014	04	2014	3	5
05/05/2014	05	2014	05	2014	4	27
06/05/2014	06	2014	06	2014	5	5
07/05/2014	07	2014	07	2014	6	27
08/05/2014	08	2014	08	2014	7	5
09/05/2014	09	2014	09	2014	8	27
10/05/2014	10	2014	10	2014	9	5
11/05/2014	11	2014	11	2014	10	27
12/05/2014	12	2014	12	2014	11	5
01/06/2015	01	2015	01	2015	12	27
02/06/2015	02	2015	02	2015	1	5
03/06/2015	03	2015	03	2015	2	27
04/06/2015	04	2015	04	2015	3	5
05/06/2015	05	2015	05	2015	4	27
06/06/2015	06	2015	06	2015	5	5
07/06/2015	07	2015	07	2015	6	27
08/06/2015	08	2015	08	2015	7	5
09/06/2015	09	2015	09	2015	8	27
10/06/2015	10	2015	10	2015	9	5
11/06/2015	11	2015	11	2015	10	27
12/06/2015	12	2015	12	2015	11	5
01/07/2016	01	2016	01	2016	12	27
02/07/2016	02	2016	02	2016	1	5
03/07/2016	03	2016	03	2016	2	27
04/07/2016	04	2016	04	2016	3	5
05/07/2016	05	2016	05	2016	4	27
06/07/2016	06	2016	06	2016	5	5
07/07/2016	07	2016	07	2016	6	27
08/07/2016	08	2016	08	2016	7	5
09/07/2016	09	2016	09	2016	8	27
10/07/2016	10	2016	10	2016	9	5
11/07/2016	11	2016	11	2016	10	27
12/07/2016	12	2016	12	2016	11	5
01/08/2017	01	2017	01	2017	12	27
02/08/2017	02	2017	02	2017	1	5
03/08/2017	03	2017	03	2017	2	27
04/08/2017	04	2017	04	2017	3	5
05/08/2017	05	2017	05	2017	4	27
06/08/2017	06	2017	06	2017	5	5
07/08/2017	07	2017	07	2017	6	27
08/08/2017	08	2017	08	2017	7	5
09/08/2017	09	2017	09	2017	8	27
10/08/2017	10	2017	10	2017	9	5
11/08/2017	11	2017	11	2017	10	27
12/08/2017	12	2017	12	2017	11	5
01/09/2018	01	2018	01	2018	12	27
02/09/2018	02	2018	02	2018	1	5
03/09/2018	03	2018	03	2018	2	27
04/09/2018	04	2018	04	2018	3	5
05/09/2018	05	2018	05	2018	4	27
06/09/2018	06	2018	06	2018	5	5
07/09/2018	07	2018	07	2018	6	27
08/09/2018	08	2018	08	2018	7	5
09/09/2018	09	2018	09	2018	8	27
10/09/2018	10	2018	10	2018	9	5
11/09/2018	11	2018	11	2018	10	27
12/09/2018	12	2018	12	2018	11	5
01/10/2019	01	2019	01	2019	12	27
02/10/2019	02	2019	02	2019	1	5
03/10/2019	03	2019	03	2019	2	27
04/10/2019	04	2019	04	2019	3	5
05/10/2019	05	2019	05	2019	4	27
06/10/2019	06	2019	06	2019	5	5
07/10/2019	07	2019	07	2019	6	27
08/10/2019	08	2019	08	2019	7	5
09/10/2019	09	2019	09	2019	8	27
10/10/2019	10	2019	10	2019	9	5
11/10/2019	11	2019	11	2019	10	27
12/10/2019	12	2019	12	2019	11	5
01/11/2020	01	2020	01	2020	12	27
02/11/2020	02	2020	02	2020	1	5
03/11/2020	03	2020	03	2020	2	27
04/11/2020	04	2020	04	2020	3	5
05/11/2020	05	2020	05	2020	4	27
06/11/2020	06	2020	06	2020	5	5
07/11/2020	07	2020	07	2020	6	27
08/11/2020	08	2020	08	2020	7	5
09/11/2020	09	2020	09	2020	8	27
10/11/2020	10	2020	10	2020	9	5
11/11/2020	11	2020	11	2020	10	27
12/11/2020	12	2020	12	2020	11	5
01/12/2021	01	2021	01	2021	12	27
02/12/2021	02	2021	02	2021	1	5
03/12/2021	03	2021	03	2021	2	27
04/12/2021	04	2021	04	2021	3	5
05/12/2021	05	2021	05	2021	4	27
06/12/2021	06	2021	06	2021	5	5
07/12/2021	07	2021	07	2021	6	27
08/12/2021	08	2021	08	2021	7	5
09/12/2021	09	2021	09	2021	8	27
10/12/2021	10	2021	10	2021	9	5
11/12/2021	11	2021	11	2021	10	27
12/12/2021	12	2021	12	2021	11	5
01/01/2022	01	2022	01	2022	12	27
02/01/2022	02	2022	02	2022	1	5
03/01/2022	03	2022	03	2022	2	27
04/01/2022	04	2022	04	2022	3	5
05/01/2022	05	2022	05	2022	4	27
06/01/2022	06	2022	06	2022	5	5
07/01/2022	07	2022	07	2022	6	27
08/01/2022	08	2022	08	2022	7	5
09/01/2022	09	2022	09	2022	8	27
10/01/2022	10	2022	10	2022	9	5
11/01/2022	11	2022	11	2022	10	27
12/01/2022	12	2022	12	2022	11	5
01/02/2023	01	2023	01	2023	12	27
02/02/2023	02	2023	02	2023	1	5
03/02/2023	03	2023	03	2023	2	27
04/02/2023	04	2023	04	2023	3	5
05/02/2023	05	2023	05	2023	4	27
06/02/2023	06	2023	06	2023	5	5
07/02/2023	07	2023	07	2023	6	27
08/02/2023	08	2023	08	2023	7	5
09/02/2023	09	2023	09	2023	8	27
10/02/2023	10	2023	10	2023	9	5
11/02/2023	11	2023	11	2023	10	27
12/02/2023	12	2023	12	2023	11	5
01/03/2024	01	2024	01	2024	12	27
02/03/2024	02	2024	02	2024	1	5
03/03/2024	03	2024	03	2024	2	27
04/03/2024	04	2024	04	2024	3	5
05/03/2024	05	2024	05	2024	4	27
06/03/2024	06	2024	06	2024	5	5
07/03/2024	07	2024	07	2024	6	27
08/03/2024	08	2024	08	2024	7	5
09/03/2024	09	2024	09	2024	8	27
10/03/2024	10	2024	10	2024	9	5
11/03/2024	11	2024	11	2024	10	27
12/03/2024	12	2024	12	2024	11	5
01/04/2025	01	2025	01	2025	12	27
02/04/2025	02	2025	02	2025	1	5
03/04/2025	03	2025	03	2025	2	27
04/04/2025	04	2025	04	2025	3	5
05/04/2025	05	2025	05	2025	4	27
06/04/2025	06	2025	06	2025	5	5
07/04/2025	07	2025	07	2025	6	27
08/04/2025	08	2025	08	2025	7	5
09/04/2025	09	2025	09	2025	8	27
10/04/2025	10	2025	10	2025	9	5
11/04/2025	11	2025	11	2025	10	27
12/04/2025	12	2025	12	2025	11	5
01/05/2026	01	2026	01	2026	12	27
02/05/2026						

[illegible][illegible]

Produktet til Børn	4.500,00
Reparationsløst Børn	3.500,00

Legende:

- 1 - Guld (1000) og sølv (1000) medaljer
- 2 - Sølv (1000) medalje
- 3 - Sølv (1000) medalje
- 4 - Sølv (1000) medalje
- 5 - Sølv (1000) medalje
- 6 - Sølv (1000) medalje
- 7 - Sølv (1000) medalje

Produktivní čas	5:22:45
Neproduktivní čas	2:54:15
Ingenierské spektrum	
1. Časník	
2. Zjednotění pos. 1	
3. Zjednotění pos. 2	
4. Přesčítání	
5. Časová kontrola	
6. Období rozpisu a zprávy	
7. Kontrola	
8. Časné odhlášení	
9. Časné pos. jedni	
10. Přesčítání analýzy	
11. Poslední zjednotění	
12. Ověření analýzy	
13. Přesčítání dalších výstupů	
14. Ověření hodiny	
15. Nové číselní hodiny	
16. Časné zjednotění	